

# МЕТОД RSVP В ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ ВРЕМЕНИ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ НАБЛЮДАТЕЛЕМ НА ПРИМЕРЕ РАСТРОВЫХ МОНОХРОМНЫХ СИМВОЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Тарасов Д.А., Сыдихов А.Ш., Сергеев А.П., Черепанова О.С., Тягунов А.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Екатеринбург, Мира, 19., 620002, Россия

email: datarasov@yandex.ru

**Аннотация** — В работе описывается разработка и применение специализированной программы, которая реализует метод RSVP. Программа применяется для изучения динамики времени распознавания визуальных стимулов наблюдателем. Стимульным материалом выступали растровые монохромные изображения двух букв русского алфавита в двух различных начертаниях. Программа показала себя как универсальный инструмент, способный помочь решить широкий круг исследовательских задач. Полученные результаты продемонстрировали увеличение времени распознавания с увеличением порядкового номера предъявления для всех предложенных стимулов, что по-видимому связано с нарастанием утомления. Экстраполированное начальное время распознавания оказалось статистически неразличимым.

## THE RSVP IN THE STUDY OF VISUAL IMAGE RECOGNITION DYNAMICS BY USING A SYMBOLIC MONOCHROME BITMAPS

Tarsov D.A., Sydikhov A.S., Sergeev A.P., Cherepanova O.S., Tyagunov<sup>1</sup> A.G.

<sup>1</sup> Ural Federal University

Mira 19, Yekaterinburg, 620002, Russian Federation

email: datarasov@yandex.ru

**Abstract** — In this paper provided a description of developing and using a software program which implements RSVP method. The program is applied for study the dynamics of visual stimuli recognition time. By the stimulus used a monochrome bitmaps of two letters from Russian alphabet. The program has shown as universal tool, which able to solve a wide range of research tasks. The results of experiments have shown that the time of recognition is increasing by the serial number of stimuli presentation. Extrapolated recognition time was statistically indistinguishable for all stimulus.

### I. Введение

Проблема усвоения все возрастающей информации повышает требования к ее качеству. Проведенные в [1] исследования показали, что быстрое предъявление серии стимулов (RSVP – Rapid Serial Visual Presentation), позволяет увеличить скорость их распознавания. В данном исследовании не учитывалась сложность стимулов, несмотря на исследование [2], в котором было выявлено, что сложность рисунка играет большую роль в его восприятии. В работе изучается влияние пространственных характеристик стимулов на скорость их распознавания, на примере изображений букв.

Метод RSVP был разработан в 1976 году в исследовании Поттера, который обнаружил, что люди могут запоминать информацию, предъявляемую быстро сменяющимися сериями стимулов [3]. Последующие эксперименты с данным методом показали, что среднее время распознавания символов букв и цифр составляет 400 мс [4, 5], а максимальная достигаемая скорость чтения может быть увеличена на 33% [6]. Однако во всех перечисленных экспериментах, не рассматривалась возможность влияния сложности рисунка символа на скорость его распознавания.

За долгое время исследований по восприятию изображений шрифтов было разработано и предложено множество методов по оценке их восприятия. Проведенный в [7] литературный обзор показал отсутствие единого понимания процессов восприятия текстовой информации (в частности при чтении букв). Данная проблема может быть объяснена тем, что невозможно учесть все личностные факторы, влияющие на процесс чтения. Но, тем не менее, можно

утверждать, что, восприятие текстовой информации, напрямую связано с ее графическим представлением – рисунком шрифта. В [8] был проведен анализ исследований роли начертаний букв в восприятии текстовой информации, и показано, что рисунки отдельных символов, их пространственные характеристики, являются существенным фактором, влияющим на чтение.

При редукции стимульных материалов до букв, встает вопрос о методах их предъявления испытуемому и регистрации факта их распознавания. В анализе литературы в области психофизики [9] было обнаружено, что при длительном предъявлении стимулов также следует учитывать бдительность респондентов. В данной работе описаны условия, при которых наблюдается декремент сенсорной способности респондента: высокий уровень информационной нагрузки, высокая частота предъявлений стимулов (более двадцати четырех предъявлений в минуту), продолжительная длительность эксперимента.

Цель данной работы: апробация метода RSVP для оценки динамики распознавания стимулов.

### II. Материалы и методы

Для проведения эксперимента был разработан программно-аппаратный комплекс. В качестве аппаратной части был использован ноутбук с характеристиками, приведенными на таблице 1.

Таблица 1. Характеристики аппаратной части

Тип устройства	Описания
Модель матрицы	LP156WH4-TJN1
Процессор	Intel Core i3-3120M 2.5 GHz, с поддержкой таймера высокой точности
ОЗУ	4 ГБ DDR3
Видеокарта	Intel HD 4000

В качестве программной части, в среде Visual Studio на языке C# была написана программа SRT (Stimuli Recognition Timer). В программе реализованы следующие функции: запись данных о респонденте (пол, дата рождения, состояние зрения, наличие очков/линз), предъявление стимулов, запись времени реакции в миллисекундах, сохранение данных в приложении MS Access.

В качестве стимульного материала использовались две заглавные буквы «Е» и «З» для двух шрифтов: Times New Roman и Art Script. Всего использовалось 4 стимула, каждый из которых предъявлялся 100 раз в случайном порядке. Для создания стимульного материала, буквы нормировались по высоте в программе CorelDraw и конвертировались в файл растрового изображения BMP. Миниатюры и характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2.  
Характеристики стимульного материала

Шрифт	Буква	Начертание	Высота, мм
ArtScript	Е		50,97
ArtScript	З		50,62
Times New Roman	Е		50,55
Times New Roman	З		50,38

Изображения букв предъявлялись методом RSVP с задержкой перед предъявлениями в 3 секунды. Следующий стимул предъявлялся программой лишь после распознавания символа на текущем стимуле. Данный шаг позволил достичь требуемого условия по частоте предъявления стимулов – не более двадцати четырех в минуту.

Эксперимент проводился в дневное время суток, в хорошо освещенном помещении. Стимульный материал предъявляется респонденту на ЖК-дисплее ноутбука. В исследованиях [10], [11] были выявлены неблагоприятные для чтения с дисплеев факторы. Программно-аппаратный комплекс был расположен в универсальной смотровой камере [12].

В качестве испытуемых в эксперименте участвовали студенты и аспиранты кафедры ПВД ИРИТ-РтФ УрФУ. Средний возраст 26 лет. Всего в эксперименте участвовало четыре человека, среди которых, двое юношей и две девушки. Из них двое имели остроту зрения сто процентов, двое – близорукость, которая была скомпенсирована наличием очков. Среднее время эксперимента для каждого испытуемого 30 минут.

### III. Описание работы программы

После запуска программы, перед предъявлением стимулов, пользователю

необходимо ввести сведения о себе: пол, дата рождения, состояние зрения.

Также перед предъявлением стимулов испытуемому необходимо проверить скорость его реакции. Между предъявлением стимула и реакцией респондента происходит несколько процессов: распознавание стимула и нажатие на кнопку. Само нажатие на кнопку зависит не только от реакции респондента, но и от характеристик компьютера (в частности от нагрузки на центральный процессор). В нашем исследовании было важным лишь время распознавания стимула.

Перед началом тестирования испытуемый 20 раз быстро нажимал кнопку. Первое нажатие на кнопку запускает таймер, а второе – останавливает его и записывает время в миллисекундах в массив. По полученным 10 значениям определяется среднее время задержки. В дальнейшем, для получения времени распознавания буквы, среднее время задержки вычитается из общего времени реакции.

При нажатии на кнопку распознавания время реакции респондента записывается в массив, после чего предъявляется следующий случайный стимул. При завершении эксперимента массив со всеми данными записывается в базу данных MS Access.

### IV. Результаты и обсуждение

Всего было проведено 1600 предъявлений 4 букв 4 респондентам. Результаты работы программы SRT были импортированы в пакет Statistica, где проводилась их последующая обработка.

На рисунке 1 представлено распределение усредненного времени распознавания букв (ось ординат) по всем респондентам от его первого предъявления до последнего (ось абсцисс). По полученному множеству точек была построена линия регрессии с доверительными интервалами с вероятностью 0.95.

В таблице 3 указаны коэффициенты изрезанности буквы Сп, коэффициенты регрессий оцененных линий (а – пересечение с осью ординат, b – угловой коэффициент), коэффициенты корреляции r, коэффициенты детерминации r<sup>2</sup>.

Коэффициенты изрезанности учитывались в качестве пространственной характеристики стимулов. Метод расчета коэффициента изрезанности подробно описан в работе [13].

Как видно из рисунков 1, 2, все линии регрессии являются возрастающими, что может быть объяснено увеличением утомления респондентов. Для рисунка буквы «Е» шрифта Art Script (рисунок 1, а) и рисунка буквы «З» шрифта Times New Roman (рисунок 2, в) линия регрессии имеет наименьший угол наклона. Авторы предполагают, что значительное отличие изрезанности данных стимулов от остальных, вырабатывает у респондентов стабильную стратегию распознавания. Так же по таблице 3 видно, что время распознавания данных стимулов имеет меньшую дисперсию.

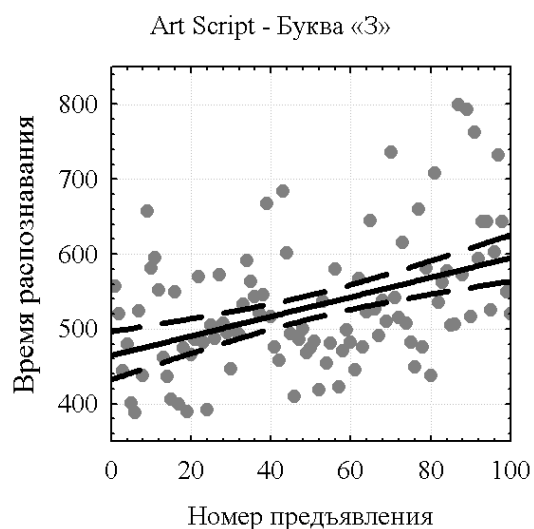
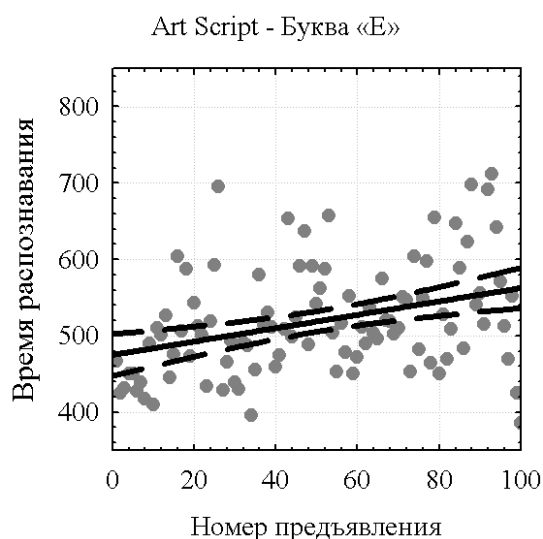


Рисунок 1 Динамика среднего времени распознавания (шрифт ArtScript); сплошными линиями обозначены линии регрессии, пунктиром – доверительные интервалы с доверительной вероятностью 0.95

В графиках использовалась линейная регрессия, так как не существует априорных данных, что данная зависимость может иметь характер отличный от линейного. Однако авторы предполагают, что при проведении большого количества экспериментов по распознаванию

стимулов, распределение времен и скоростей распознавания может иметь экстремальный или мультимодальный характер, что связано как с усталостью респондента, так и с выработкой определенной привычки.

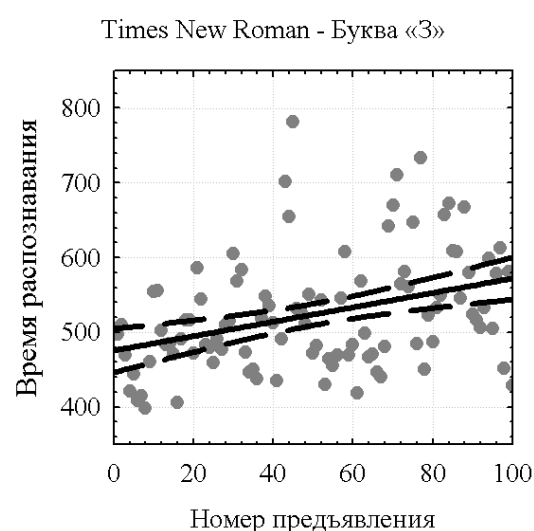
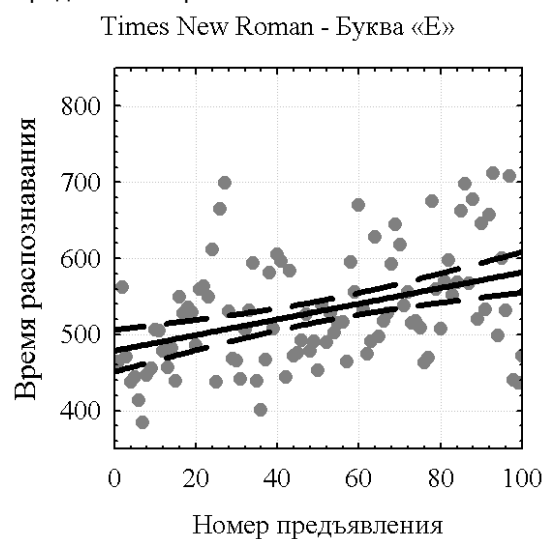


Рисунок 2 Динамика среднего времени распознавания (шрифт Times New Roman); сплошными линиями обозначены линии регрессии, пунктиром – доверительные интервалы с доверительной вероятностью 0.95

Таблица 3, Результаты эксперимента

Шрифт	Буква	Cn	a, мс	b, мс	R	P	r <sup>2</sup>	RMSE
Art Script	Е	28.2	474	0.87	0.353	0,00030	0.12	0.0149
Art Script	З	15.3	464	1.30	0.430	0.00001	0.18	0.0126
Times New Roman	Е	13.1	478	1.03	0.401	0.00004	0.16	0.0147
Times New Roman	З	8.6	475	0.96	0.360	0.00020	0.13	0.0138

## V. Выводы

Разработанный программно-аппаратный комплекс, реализующий метод RSVP, продемонстрировал продуктивность. Результаты не противоречат результатам экспериментов, проделанных другими авторами.

Результаты эксперимента показали, что различия в динамике распознавания не существенны. Так же было выявлено, что изрезанность использованных растровых изображений не повлияло на динамику их распознавания. Авторы полагают, что это связано с малым количеством испытуемых и предъявляемых стимулов, что в свою очередь обусловило особую стратегию: распознавание сильно изрезанной буквы Е (Art Script) осуществлялось по ее сильному отличию от остальных 3 стимулов.

В дальнейшем будут проведены эксперименты, в которых будут использоваться более сложные стимулы, а также будет увеличено количество испытуемых.

## VI. Литература

- [1] Wobbrock J. O., Forlizzi J., Hudson S. E., Myers B. A. Web Thumb // *Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology* – UIST, 2002. – P. 205.
- [2] Митрофанова В. С. Особенности восприятия текстовой информации на бумажных и электронных носителях / В. С. Митрофанова // *Вестник Ульяновского государственного технического университета*. – 2015. – № 4. – С. 32-34
- [3] Potter M. C. Short-term conceptual memory for pictures // *Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory*. – 1976. – P. 509-522.
- [4] Reeves A., Sperling G. Attention gating in short-term visual memory // *Psychological Review*. – 1986. – P. 180-206.
- [5] Sperling G, Weichselgartner E. Episodic theory of the dynamics of spatial attention // *Psychological Review*. – 1995. – P. 503-522.
- [6] Spence R, Witkowski M. *Rapid Serial Visual Presentation: Design for Cognition* // Springer. – 2013. ISBN 9781447150855.
- [7] Tarasov D.A., Sergeev A.P., Filimonov V.V. Legibility of textbooks: a literature review. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, 2015. T. 174. C.1300–1308.
- [8] Morris R. A., Berry K., Hargreaver D., Liarokapis D. How typeface variation and typographic scaling affect readability at small sizes. *Proceedings of the 7th International Congress on Advances in Non-impact Printing Technologies*. Portland, OR : Society for Imaging Science and Technology, 1991.
- [9] Гусев А.Н. Психофизика сенсорных задач: Системно-деятельностный анализ поведения человека в ситуации неопределенности // УМК «Психология» – М.: изд-во Моск, 2014. – 316 с.
- [10] Mustonen T., Torn L., Hakkinen J. P-12: The effect of character size and contrast on performance in pseudo-text and letter-search tasks. // *Sid symposium digest of technical papers*. – 2002. – P. 240-243.
- [11] Bo Schenkman N., Tadahiko Fukuda, Bo Persson. Glare from monitors measured with subjective scales and eye movements // *Displays*. –1999. – P. 11-21.
- [12] Сергеев А.П. Тарасов Д.А., Арапов С.Ю., Арапова С.П. Разработка универсальной просмотровой камеры для каллиметрических исследований в соответствии с ISO 3664:2009 / А.П. Сергеев, Д.А. Тарасов, С.Ю. Арапов, С.П. Арапова // *Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела*. – 2014. – № 1. – С. 27–36.
- [13] Тарасов Д.А., Сергеев А.П., Емелхан А.Б., Тягунов А.Г. Введение масштабно инвариантной количественной оценки шрифта, основанной на идеях фрактальной геометрии / А.П. Сергеев, Д.А. Тарасов, А.Б. Емелхан, А.Г. Тягунов // *Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Информационные технологии, телекоммуникации и системы управления»* / Екатеринбург: УрФУ. – 2015. – С. 191-196.